

**Optoelektronisches Bauelement in II-VI-Halbleitermaterial****Publication number:** JP2000500288T**Publication date:** 2000-01-11**Inventor:****Applicant:****Classification:**

**- international:** *H01L33/00; H01S5/00; H01S5/042; H01S5/327; H01S5/347; H01S5/183; H01S5/32; H01L33/00; H01S5/00; (IPC1-7): H01L33/00; H01S5/347*

**- European:** *H01L33/00B4B; H01L33/00B6B2; H01L33/00C3D; H01L33/00C4C2B; H01L33/00G4B; H01S5/327; H01S5/347; Y01N10/00*

**Application number:** JP19960518496T 19961106

**Priority number(s):** WO1996DE02110 19961106; DE19951042241 19951113

**Also published as:**

WO9718592 (A3)

WO9718592 (A2)

EP0861505 (A3)

EP0861505 (A2)

US6265734 (B1)

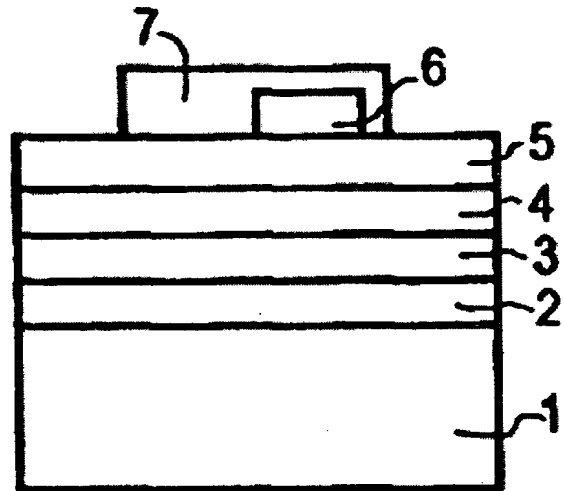
more &gt;&gt;

[Report a data error here](#)

Abstract not available for JP2000500288T

Abstract of corresponding document: **DE19542241**

The component has an active layer (4), barrier layers (3, 5) and optionally a buffer layer (2) at least one of which contains a beryllium-containing chalcogenide. The active layer comprises several strata, for example a superlattice of BeTe/ZnSe or BeTe/ZnCdSe. Where an active ZnSe layer on a GaAs substrate (1) is used, matching of the III-V materials and II-VI materials is achieved with low electrical resistance by a pseudo-graduated buffer layer (2) by incorporation of a beryllium-containing chalcogenide.



AS

**PCT National Publication Gazette**

National Patent Publication No. 2000-500288  
Date of National Publication: January 11, 2000  
International Class(es): H01L 33/00  
H01S 5/347  
(18 pages in all)

---

Title of the Invention: Opto-Electronic Component Made from  
II-VI Semiconductor Material

Patent Appln. No. 09-518496  
Filing Date: November 6, 1996  
Date of Filing Translation: May 13, 1998  
International Filing No. PCT/DE96/02110  
International Publication No. WO97/18592  
International Publication Date: May 22, 1997  
Priority Claimed: Country: Germany  
Filing Date: November 13, 1995  
Serial No. 19542241.4  
Inventors: Frank Fischer, Hans-Jürgen Lugauer,  
Thomas Litz, Gottfried Landwehr, and  
Andreas Waag

Applicant: Siemens Aktiengesellschaft

(transliterated, therefore the  
spelling might be incorrect)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号  
特表2000-500288  
(P2000-500288A)

(43) 公表日 平成12年1月11日 (2000.1.11)

(51) IntCl <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	D
H 0 1 S 5/347		H 0 1 S 3/18	6 7 8

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平9-518496  
(86) (22) 出願日 平成8年11月6日 (1996.11.6)  
(85) 翻訳文提出日 平成10年5月13日 (1998.5.13)  
(86) 国際出願番号 PCT/DE96/02110  
(87) 国際公開番号 WO97/18592  
(87) 国際公開日 平成9年5月22日 (1997.5.22)  
(31) 優先権主張番号 19542241.4  
(32) 優先日 平成7年11月13日 (1995.11.13)  
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)  
(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), JP, KR, US

(71) 出願人 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト  
ドイツ連邦共和国 デー-80333 ミュン  
ヘン ウィッテルスバッヒャープラッツ  
2  
(72) 発明者 フィッシャー、フランク  
ドイツ連邦共和国 デー-97074 ヴュル  
ツブルク フランツ-シュターデルマイヤ  
ー-シュトラッセ 9  
(72) 発明者 ルガウエル、ハンス-ユルゲン  
ドイツ連邦共和国 デー-97218 ゲルブ  
ルン インデアーベネ 11  
(74) 代理人 弁理士 山口 巖 (外1名)

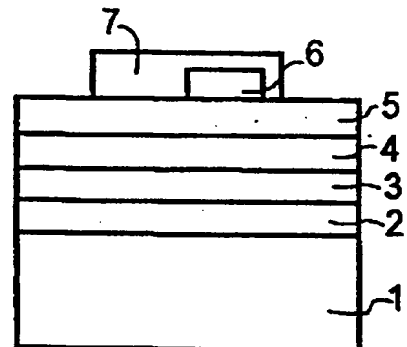
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 III-V族半導体物質からなるオプトエレクトロニクス素子

(57) 【要約】

活性層 (4)、バリア層 (3、5) 及び必要に応じてバッファ層 (2) を備え、これらの中の少なくとも1つの層がベリリウムを含むカルコゲン化物を含む素子。活性層は多重層、例えば BeTe/ZnSe 又は BeTe/ZnCdSe からなる超格子である。ZnSe からなる活性層を GaAs からなる基板 (1) 上に使用すると、ベリリウムを含むカルコゲン化物を含む疑似グレーデッドされたバッファ層 (2) によって III-V 族物質と II-VI 族物質との間の低電気抵抗との適合が得られる。

FIG 1



## 【特許請求の範囲】

1. GaAs、InP、InGaAs、Si、Ge、GaP及びZnSeの群の1つの物質からなる基板(1)上に構成されたオプトエレクトロニクス素子であって、

発光のために設けられた活性層(4)を備え、

この活性層は交互に交替する組成の層の列により超格子を備えた量子井戸として又はMQR構造(多重量子井戸)として形成され、

この層の列においてそれぞれベリリウムを含むカルコゲン化物からなる層と、

他の組成のII-VI族半導体物質からなる層とが順次連続し、

この活性層が互いに反対の符号を持つ導電形にドーピングされている層の間に配置され、

この層への電氣的接続のために設けられる接触を備えている

オプトエレクトロニクス素子。

2. ベリリウムを含むカルコゲン化物がBeTe、BeS又はBeSe、或いはBe及びTe又はBe及びSe又はBe及びSを含む混晶組成物である請求項1に記載の素子。

3. ベリリウムを含むカルコゲン化物がBeTeであり、他の組成のII-VI族半導体物質がZnSe又はZnCdSeである請求項1に記載の素子。

4. 活性層がベリリウムを含むカルコゲン化物からなるバリア層(3、5)の間に配置されている請求項1乃至3のいずれか1つに記載の素子。

5. 発光のために設けられたBeZnCdSe又はBeZnCdSからなる層が、互いに反対の符号を持つ導電形にドーピングされている層の間に配置され、これらの層への電氣的接続のために接触が設けられている半導体物質からなるオプトエレクトロニクス素子。

6. BeZnCdSe又はBeZnCdSが少なくとも3原子%のベリリウムを含む請求項5に記載の素子。

7. GaAs、InP、InGaAs、Si、Ge、GaP及びZnSeの群の1つの物質からなる基板(1)上に構成され、

バリア層（3、5）の間に配置され、発光のために設けられた活性層（4）を備え、

この活性層の基板側においてバリア層（3）と基板（1）との間にベリリウムを含むカルコゲン化物からなる少なくとも1つのクラッド層（2、8）が存在しているオプトエレクトロニクス素子。

8. クラッド層（2）がベリリウムを含む3元或いは4元組成を含み、そのベリリウムの成分が漸次変化する請求項7に記載の素子。

9. クラッド層（2）が交互にベリリウムを含むカルコゲン化物と他のII-VI族半導体物質からなる層の列を含む請求項7又は8に記載の素子。

10. クラッド層（2）におけるベリリウムを含むカルコゲン化物の層が3元又は4元物質である請求項9に記載の素子。

11. クラッド層（2）におけるベリリウムを含むカルコゲン化物がBeTeであり、クラッド層内における他のII-VI族半導体物質がZnSe又はZn及びSeを含む混晶組成である請求項9に記載の素子。

12. クラッド層（2）における層の列が超格子を形成している請求項9乃至11のいずれか1つに記載の素子。

13. クラッド層（2）においてベリリウムを含むカルコゲン化物の層の厚

さが1つの方向に減少し、他のII-VI族半導体材料からなる層の厚さがこの方向に増大している請求項9乃至12のいずれか1つに記載の素子。

14. クラッド層（2）と基板との間にベリリウムを含むカルコゲン化物からなるバッファ層が配置され、このバッファ層に接しているクラッド層内の層の列が超格子を形成し、このバッファ層との間隔においてベリリウムを含むカルコゲン化物の層の厚さが1つの方向に減少し、他のII-VI族半導体物質からなる層の厚さがこの方向に増大している請求項9乃至11のいずれか1つに記載の素子。

15. 基板がIII-V族半導体物質又はシリコンであり、クラッド層（2）がこの基板上にバッファ層として設けられている請求項7乃至13のいずれか1つに記載の素子。

16. 基板がIII-V族半導体物質又はシリコンであり、この基板上にBeTe

からなるバッファ層が設けられている請求項 7 乃至 13 のいずれか 1 つに記載の素子。

17. 活性層 (4) とバリア層 (3、5) とが II-VI 族半導体物質である請求項 7 乃至 16 のいずれか 1 つに記載の素子。

18. 活性層 (4) とバリア層 (3、5) が III-V 族半導体物質である請求項 7 乃至 16 のいずれか 1 つに記載の素子。

19. クラッド層 (2) が GaAs からなる層又は GaAs 又は Si からなる基板と II-VI 族半導体物質の層との間に配置されている請求項 7 乃至 18 の 1 つに記載の素子。

20. 活性層 (4) の基板とは反対側上に、ベリリウムを含むカルコゲン化物とこれとは異なる II-VI 族半導体物質とが交互している層の列を含むもう

1 つのクラッド層 (9) が設けられ、このクラッド層が層面に対して垂直方向に作用するブラッグ反射器を形成している請求項 9 乃至 14 のいずれか 1 つに記載の素子。

## 【発明の詳細な説明】

## II-VI族半導体物質からなるオプトエレクトロニクス素子

量子エレクトロニクスにおける選ばれたトピックスに関するIEEEジャーナル、1、741乃至748(1995)において、A. イシバシによる論文「II-VI族青色-緑色レーザーダイオード (II-VI Blue-Green laser Diode)」には、青色又は緑色光を発振するレーザーダイオードを製造するためにII-VI族半導体物質を使用することについて概要が述べられている。物質としてZnMgSSe、ZnCdSeもしくはZnSe及びZnTeがあげられている。ZnSe/ZnTeからなるMQW構造についても言及されている。日本特開平7-66494号公報及び米国特許第5268918号明細書においては、青色又は緑色光を発振するレーザーダイオードを製造するためのベリリウムを含む半導体組成物が記載されている。米国特許第5422902号明細書や応用物理書簡( Appl. Phys. Lett.) 64、2148乃至2150(1994)におけるP. M. メンス(Menz)による論文「p-ZnSeに対するBeTe/ZnSeグレーデッド・バンドギャップオーミック接触(BeTe/ZnSe graded band gap ohmic contacts to p-ZnSe)」及び応用物理書簡( Appl. Phys. Lett.) 64、2145乃至2147ページ(1994)におけるR. G. ダンドレア(Dandrea)他による刊行物「p-ZnSeに対するオーミック接触の設計(Design of ohmic contacts to p-ZnSe)」には、活性層と金属性接続接触との間の接触層の形成のためのBeTe及びZnSeからなるグレーデッド層列の使用について記載されている。

上述の論文に記載された構造及び物質は、レーザーダイオードとしての使用を妨げる種々の欠点を持っている。ZnSeを使用する場合、GaAs基板上でのこのような層の成長が妨げられ、II-VI族半導体及びIII-V族半導体との間の境界面を越えるキャリアの移送が悪く、そしてまた例えば格子定数の差によりZnTeからGaAsへの良好な格子適合が不可能であるとい

う難点が生ずる。さらにp導電形にドーブされたZnSeの上では金属への良好なオーミック接触を作ることができない。

この発明の課題は、特に緑色及び青色のスペクトル範囲において発光するためのオプトエレクトロニクス素子で、その機能性が良く、長寿命であるにも係わらず比較的簡単に作り得るものを提供することにある。そして、特に現在の公知の技術において存在する、一部冒頭において記載した難点を取り除こうとするものである。

この課題は、請求項1、5或いは7の特徴を備えた素子により解決される。その他の構成例は従属する請求項に記載されている。

この発明による素子は、発光ダイオード或いはレーザーダイオードを形成するために、少なくとも1つのベリリウムを含むカルコゲン化物（この場合、ベリリウムカルコゲン化物或いはベリリウムカルコゲン化物を基材にした混晶組成を意味する）を含んだII-VI族半導体物質からなる層構造を使用する。カルコゲンとしては特にTe、Se及びSが挙げられる。それ故、以下においては「ベリリウムを含むカルコゲン化物」とは、任意の、特にS、Se或いはTeを含み、陽イオンとしてBe或いはBeと任意の数の他の陽イオン、例えばMg或いはZnとを含む塩を指すこととする。好ましい実施形態は特にZnSeとGaAs基板との組み合わせを備えている。しかしながら、例えばInP、InGaAs、ZnSe、Si、Ge、GaP等のような他の基板を使用することもできる。活性層或いは活性層構造並びにクラッド層（以下において及び請求の範囲においてはバッファ層、（付加的な）バリア層（閉じ込め層）、（受動的な）導波路層、格子層、被覆層及びこれらの層の層部分或いは組み合わせを意味する）としては、特にBeTe、BeSe、BeS及びこれらのベリリウムカルコゲン化物と半導体物質、例えばZnSe、ZnS、ZnTe及びMgSeとの混晶組成が適するものと思われる。II-VI族半導体物質は以下において常にまたとりわけ他のベリリウムを含むカルコゲン化物をも意味し得るものである。

異なる実施例を以下に図1乃至4を参照して詳細に説明する。

図1及び2はこの発明による素子を断面で示す。

図3は重要な半導体化合物についてエネルギーバンドギャップと格子定数との関係を示す図表を示す。



図4はBeMgZnSeのエネルギーバンドギャップをMg及びBeの異なる相対原子成分について示した図表を示す。

図1においては、基板1上に接合層或いはバッファ層2、下側のバリア層3（閉じ込め層）、活性層4及び上側のバリア層5が成長している層構造が示されている。下側及び上側のバリア層は光学的及び電氣的閉じ込めのための異なる層を含むことができる。バリア層と活性層との間には受動的導波路層（図示されていない）が存在することができる。上面側には例としてアルミニウム接触6及びその上に設けられたチタン／金接触7が示されている。対向接触は図示されていないが、例えば基板の下側にある。基板及び基板と活性層4との間の層は例えばp導電形にドーピングされている。上側のバリア層5は例えばn導電形にドーピングされている。しかし、このドーピングは逆に行うこともできる。バリア層3、5はこの発明の構成によればベリリウムを含むカルコゲン化物、例えばBeMgZnSeからなる。活性層は例えばZnSeとすることができる。

活性層は特に、MQW構造或いは（適当に層厚が薄い場合）超格子構造を形成する交互に入れ替わる層列である。このような交互に入れ替わる層列は、交互に交替するZnSeとBeTeとから形成するのが好ましく、或いは現時点での検証によればなお好ましくは交互に交替するZnCdSeとBeTeとから形成される。これらの物質の組み合わせにより、得られた光線の波長を決定するエネルギーバンドギャップは1.8 eVと2.9 eVとの間に調整することができる。この範囲の全体は超格子を使用することによって実現される。間接型半導体BeTeと直接型半導体、例えばZnSeとの組み合わせは発光を助長し、超格子としてのこの組み合わせ構成は、BeTeとZnSeとの間に非常にゆっくりにしに行われたい、いわゆるタイプIIの電子-正孔の遷移の故にさもないと僅かにしか上がらない効率を高める。この超格子における層厚が非常に薄いときには使用された物質は大幅に混合し、少なくとも部分的に4元合金或いは混晶構成に移行するBeZnSeTe組

成に至る。可能な実施例の限界例としてのこの遷移型でもって、実現可能な波長範囲の非常に幅広い変形例を得ることができる。

活性層に対しては $\text{Be}_x\text{Zn}_y\text{Cd}_{1-x-y}\text{Se}$  或いは同様に $\text{Be}_x\text{Zn}_y\text{Cd}_{1-x-y}\text{S}$  も有利に使用することができる。素子の寿命を高めるためには、ベリリウム含有量を高く選ぶのが、ベリリウムを含むカルコゲン化物の硬さに基づき好ましく、有利である。ベリリウム成分は、この場合、好ましくは少なくとも3原子% ( $x \geq 0.03$ ) であり、これは結晶格子の硬化、即ち安定化に作用する。亜鉛成分は零とすることもできる ( $y=0$ )。陽イオンの成分  $x$  及び  $y$  の選択により、活性層の格子定数を境界層もしくは基板の格子定数に適合させることが可能である。その代わりにこれらの物質の組み合わせは、活性層或いは複数の活性層に引っ張り或いは押圧応力をかけることを可能にする（例えば、格子の適合化に比べて  $\text{GaAs}$  基板に応力をかける）。このようにして活性層の電子バンド構造を素子の最適機能及び寿命の点で狙いとおりに改善することが可能となる。このような包括的な変形例は、 $\text{Zn}_x\text{Mg}_{1-x}\text{S}_y\text{Se}_{1-y}$  の組成を持つ4元合金からなる被覆層と  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Se}$  からなる活性層とを持つレーザーダイオードにおいては不可能である。何となれば活性層はこの場合常に応力が加わっているからである。

$\text{ZnSe}$  或いは  $\text{ZnCdSe}$  は上述の例では他のII-VI族半導体物質で置き換えることができる。ベリリウムを含むカルコゲン化物からなる層に対しては優先的に  $\text{BeTe}$ 、 $\text{BeSe}$  及びこれらのベリリウムを含むカルコゲン化物の混晶組成が挙げられる。活性層には1つ或いは複数の量子井戸がそれぞれベリリウムを含むカルコゲン化物からなる層によって形成される。ベリリウムを含む活性層はまた境界層としてのベリリウムを含まないバリア層とも組み合わせることができる。1つのベリリウムカルコゲン化物或いは幾つかのベリリウムカルコゲン化物は、例えば活性層或いは導波路において、バリア層或いはその他のクラッド層において個々に或いは共に使用され得る。その他の有利な実施例は、基板と、III-V族半導体の物質系で形成され、活性層を含む層構造との間のクラッド層或いはバッファ層としてベリリウムカルコゲン化物を含む層を備えている。このような構成は、特に、例えば非常

に良好にシリコン基板の上に配置され得るような大幅に集積化されたオプトエレ

クトロニクスシステムに対して好適である。この場合、III-V族半導体物質からなる従来のオプトエレクトロニクス素子の構造は基板上の、ベリリウムを含むカルコゲン化物、好ましくは例えばBeTeからなるクラッド層或いはバッファ層の上に配置され得る。

接合層或いはバッファ層2は図1の実施例では原理的に省略することができるが、この層はベリリウムカルコゲン化物を使用する際には特別の利点がある。これにより基板1の半導体物質がその他の成長された層に適合せしめられ得るからである。このバッファ層としては特にBeTeが適している。この組成はGaAsからなる基板上に始めは、青色光を発振する発光ダイオード用の普通の半導体成分の1つであるZnSeより遙に良く成長する。基板上のBeTeからなるバッファ層は例えば50nmの厚さである。使用された基板温度はその場合200℃と400℃との間にある。

バッファ層としての個々のBeTe層の代わりに或いはこれに付加して、BeTe/ZnSe超格子或いはBeTe/ZnCdSe超格子を使用することもできる。応力がかけられている超格子においては引っ張り及び圧縮応力が交互に作用する。この場合、提案された物質は、両層厚の比に関して超格子の平均格子定数が例えば基板の格子定数に非常に正確に合わせられ得るという特別の利点がある。これによって非常に厚いバッファ層も高品質で簡単に作ることができる。このような超格子の使用は、その上、転位の移動を制限する。このような活性層への転位の移動は素子の寿命を減少させることがある。BeTeからなる或いはBeTeを備えた組成物からなるバッファ層の使用は、III-V族半導体物質からなる基板とII-VI族半導体物質からなるそれに続く層との間の境界面に高い電氣的接合抵抗が発生することがないという付加的な利点をもたらす。バッファ層が全部或いは少なくとも活性層側の上側の部分においてベリリウムを含む4元組成物、例えばBeTeZnSeの混晶組成物である場合には、その組成の漸次の遷移により半導体物質のその上とその下との間の電子バンドの好適な適合が行われる。

バッファ層2或いはその一部がBeTe層及びZnSe層或いはZnCd

Se層の非周期的列に、BeTe/ZnSe超格子或いはBeTe/ZnCdSe超格子が連続的に変化する成分を備えた4元合金に代わって出現する、疑似グレーディングを形成している場合には、p導電形にドーピングされたZnSeに低いオーミック接触が比較的簡単に実現される。疑似グレーディングは、2つの物質の間で電子バンド及び格子定数を適合することのできる多重層構造である。この構造は、交互に物質Aと物質Bとからなり、物質Aからなる層の厚さが1つの方向に常に減少し、物質Bからなる層の厚さがこの方向に常に増大する層列から形成される。これらの全ての層の全体の厚さは、効果的な電流移送を保証するために、十分に小さくしなければならない。これはそれぞれのケースにおいて物質A或いはBに関係する。

この発明による素子の好ましい実施例においては、基板上に先ず例えば50nmの厚さの、例えばBeTeからなるバッファ層（これは省略することもできる）と、その上に（或いは直接基板の上に）交互にBeTe層及びZnSe或いはZnCdSe層の列からなり、そして電子バンド及び場合によってはその上の及びその下の層間の格子定数をも適合している疑似グレーディングがある。この疑似グレーディングにおいてはBeTe層の厚さは活性層の方向に例えば1単一層の小さいステップで減少し、Zn(Cd)Se層の厚さは例えば1単一層の小さいステップで増大している。単一層の厚さはその場合50nm以下でなければならない。20nm以下の層厚が特に適している。例えば、3.7nmのBeTe及び0.3nmのZnSe或いはZnCdSeから始まり、層厚は0.3nmのBeTe及び3.7nmのZn(Cd)Seまで変化する。これは例えばBeTeとZnSeもしくはZnCdSeとの間に疑似グレーディングを生ぜしめることになる。BeTe及びZnSeもしくはZnCdSeの代わりに例えばベリリウムを含む2つの異なるII-VI族半導体物質、例えばBeを備えた3元或いは4元混晶組成物が存在することができる。

クラッド層の前述した構成はここでは特にバッファ層の例で記載されているが、これは互いに組み合わせることもできる。特に疑似グレーディングと超格子とは互いに組み合わせることができる。例えば、常に同一の厚さで異

なる物質からなる層を交互に連続させた列によって形成される超格子がバッファ層（例えばBeTeからなる）と疑似グレーディングとの間に、前述したように配置することができる。なお、従来の物質ZnSe及びZnMgSSe又はIII-V族半導体物質からなるレーザーダイオードにおいても、III-V族半導体物質又はシリコンからなる基板と、この上に成長される、活性層を含むII-VI族半導体物質又はIII-V族半導体物質からなる層との間に配置されたベリリウムを含む層或いは層構造でもって、その製造において著しい改善と単純化も達成することができる。

他の1つの実施例はバリア層3、5としてベリリウムカルコゲン化合物からなる層成分、例えばBeTe及びZnSeからなる層連続を備えた二重或いは多重層を備えている。BeTeの直接のエネルギーバンド間隔は4.05 eVに定められた。以前の数値はこれにより修正されている。この新しい値を適用することにより、BeTeとZnSeとの間の接合に対しては伝導帯のガンマ点において約2.1 eVの跳躍を得ることができる。これらの化合物のエピタキシャル成長は非常に平滑な境界面を形成するので、これによりバリア層（閉じ込め層）としての二重或いは多重層を作ることができる。このような構造はBeTe/ZnSe或いはBeTe/ZnCdSeでもってMQW構造としても実現できる。このようなMQW構造は例えばまたp導電形にドーパされたZnSeの上にオーミック接触を作るためにも使用できる。これは、最初に挙げたZnSe及びZnTeに関するイシバシの論文に記載されているのと同様な方法で行われる。

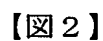
図2に示されている実施例においては、基板1上に下側の格子構造としての層列8、下側のバリア層3（閉じ込め層）、活性層4、上側のバリア層5及び上側の格子構造としての層列9が配置されている。この実施例では活性層4とその上に成長された層はメサ型として構造化されている。下側のバリア層3は例えばn導電形にドーパされ、例えばBeMgZnSeからなる。これに属するn形接触10はこの例では上面の縁部にリング状に配置されている。上側のバリア層5はその場合p導電形であり、例えば同様にBeMgZnSeからなり、p形接触11と電氣的に接続されている。このp形接触

11は直接上側のバリア層5に設けることも或いは、その場合同様に導電形にドーピングされている上側の格子構造9によって上側のバリア層5と導電接続されることができる。p形接触11は図2の実施例ではメサの上縁にリング状に設けられ、この金属リングの内部においては活性層4内に発振されたビームが図示の矢印の方向に上に向かって出る。活性層4は例えばZnSeからなる量子井戸を形成する。活性層4並びにバリア層3及び5に対してはII-VI族半導体物質からなる他の組成も挙げられる。

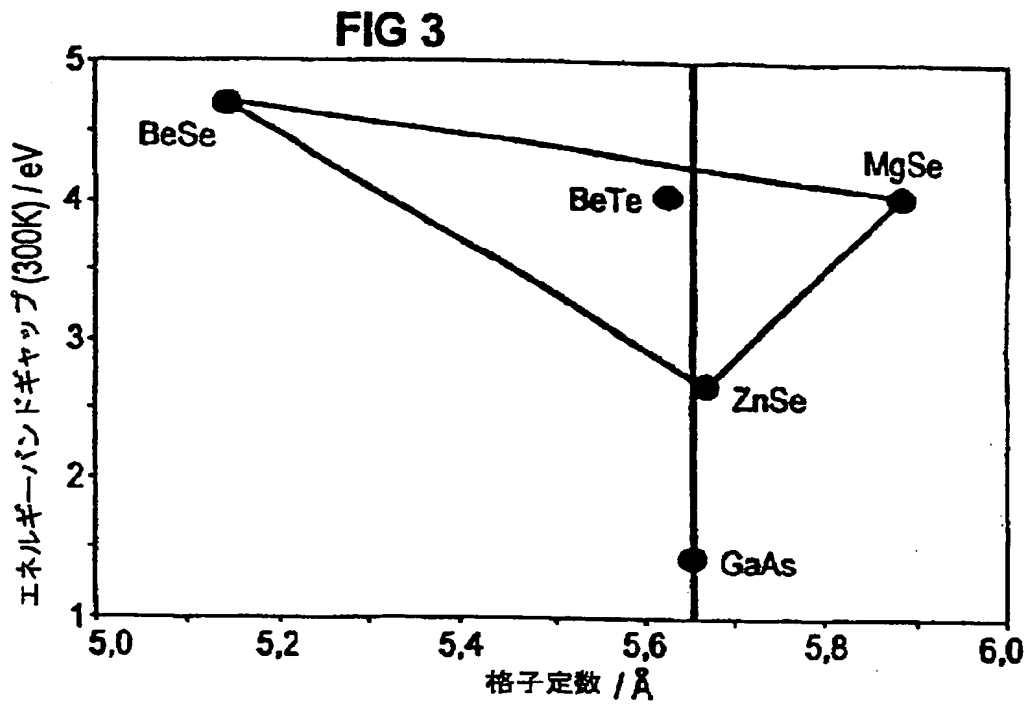
縦型のレーザー反射器として設けられている格子構造8、9はそれぞれ上側のブラッグ反射器及び下側のブラッグ反射器を形成している。この発明によるダイオードにおいてはこれらの格子構造は、ベリリウムカルコゲン化物或いはベリリウムカルコゲン化物を基材とした混晶組成からなる層とII-VI族半導体物質からなる層とを交互に上下に配置した層列によって形成されている。このその他のII-VI族半導体物質としては特にZnSe及びZnSeと他のII-VI族半導体物質との混晶組成が挙げられる。ベリリウムカルコゲン化物としてはこの場合特にBeTeが適している。好ましい実施例においては格子構造はBeTeの層とZnSe或いはZnCdSe層を互いに交互に繰り返した列である。BeTeの4.05 eVの実証された直接のエネルギーバンドギャップにより、BeTeとZn(Cd)Seとの間の屈折率の飛躍は、この交互に交替する層列を備えた効率のよいブラッグ反射器を作り得るために十分に大きい。この実施例においても、下側の格子構造8及び基板（例えば、GaAs）を導電的にドーピングして、対応の接触を基板の下面に設けることも可能である。活性層及びバリア層に対してはこの場合もBeTe及びZnSe或いはZnCdSeからなる量子井戸或いはMQW構造を使用することができる。

この発明による素子は、ベリリウムカルコゲン化物が発光素子の活性層に対して或いはクラッド層に対して極めて多様な組成で使用されることができることを示している。特に好適な組成はベリリウムを含むテルル化物及びベリリウムを含むセレン化物である。上述の例ではBeTeはそれぞれ適当な代替のベリリウムカルコゲン化物で置き換えることができる。特にZnSe

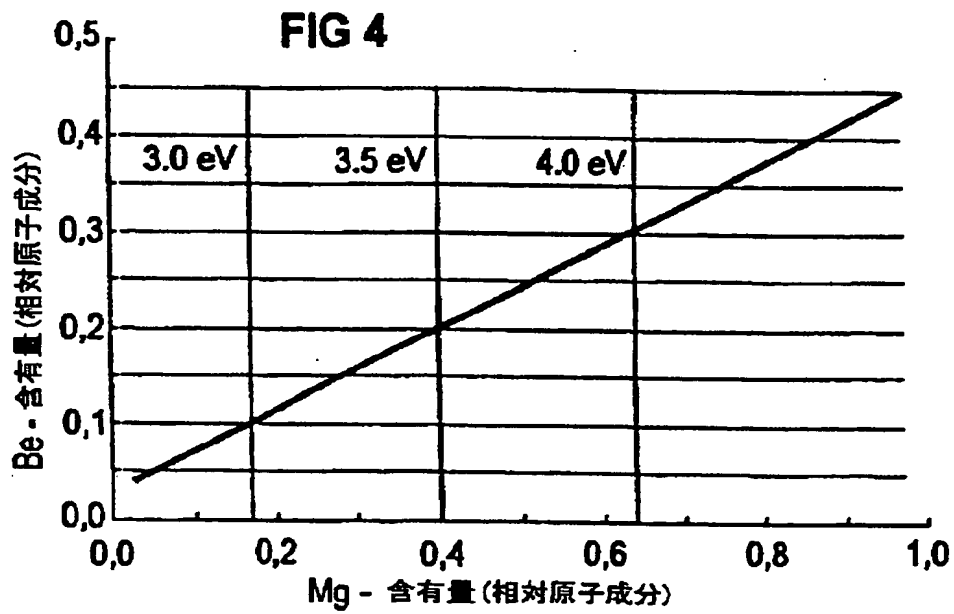
【図 1】



【図 3】



【図 4】





## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Appl. No. PCT/DE 96/02110	
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 6 H01L33/00 H01S3/19	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01S H01L	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)	
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>	
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages Relevant to claim No.
X	WO 94 15369 A (RES CORP TECHNOLOGIES INC) 7 July 1994 see page 4, line 14 - line 19 see page 6, line 16 - line 26 see page 13, line 27 - page 16, line 24 see page 18, line 17 - page 19, line 24; figures 1,2 --- -/--
Y	1,7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.	
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.	
* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, ex., exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application thus cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 24 April 1997	Date of mailing of the international search report 06.06.97
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tr. 31 631 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer Gnugesser, H

Form PCT/ISA/20 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 96/02110

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>US 5 198 690 A (KITAGAWA MASAHIKO ET AL) 30 March 1993 see column 3, line 39 - line 63 see column 4, line 1 - line 24 see column 4, line 58 - line 68 see column 5, line 16 see column 16, line 28 see column 5, line 65 - line 68 see column 6, line 5 - line 50 see column 7, line 47 - column 8, line 16 see column 11, line 3 - line 32 see column 12, line 8 - line 23 see column 19, line 15; claim 1</p>	1,7
Y	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 006, 31 July 1995 &amp; JP 07 066494 A (SONY CORP), 10 March 1995, cited in the application see abstract</p>	1,7
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 001, 31 January 1996 &amp; JP 07 232999 A (KOBE STEEL LTD), 5 September 1995, see abstract</p>	1,5,7
A	<p>EP 0 556 461 A (SONY CORP) 25 August 1993 see column 3, line 15 - column 4, line 41 see column 9, line 28 - line 56; claims 4,5,8; figures 1-3</p>	7
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 464 (E-1598), 29 August 1994 &amp; JP 06 152061 A (SONY CORP), 31 May 1994, see abstract</p>	7,15-17, 19
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 95, no. 11, 26 December 1995 &amp; JP 07 211988 A (FUJITSU LTD), 11 August 1995, see abstract</p>	7,18
P,X	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 010, 31 October 1996 &amp; JP 08 148765 A (NEC CORP) see abstract</p>	7,15,17

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

information on patent family members

International Application No.

PCT/DE 96/02110

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9415369 A	07-07-94	US 5548137 A US 5610413 A	20-08-96 11-03-97
US 5198690 A	30-03-93	GB 2250635 A.B GB 2250862 A.B JP 5021847 A	10-06-92 17-06-92 29-01-93
EP 0556461 A	25-08-93	JP 5075217 A US 5375134 A	26-03-93 20-12-94

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

---

フロントページの続き

- (72) 発明者 リッツ、トーマス  
ドイツ連邦共和国 デー-97074 ヴュル  
ツブルク フレーベルシュトラッセ 21
- (72) 発明者 ラントヴェール、ゴットフリート  
ドイツ連邦共和国 デー-97074 ヴュル  
ツブルク レルヒエンハイン (番地なし)
- (72) 発明者 ワーグ、アンドレアス  
ドイツ連邦共和国 デー-97076 ヴュル  
ツブルク ビルチッヒグルントシュトラ  
ッセ 37